

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-319090

(43)公開日 平成4年(1992)11月10日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/08	H	7920-4E		
B 2 5 J 19/00	E	9147-3F		

審査請求 未請求 請求項の数4(全7頁)

(21)出願番号 特願平3-88078

(22)出願日 平成3年(1991)4月19日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 杉山 尚男

名古屋市東区矢田南五丁目1番14号 三菱

電機株式会社名古屋製作所内

(74)代理人 弁理士 佐々木 宗治 (外3名)

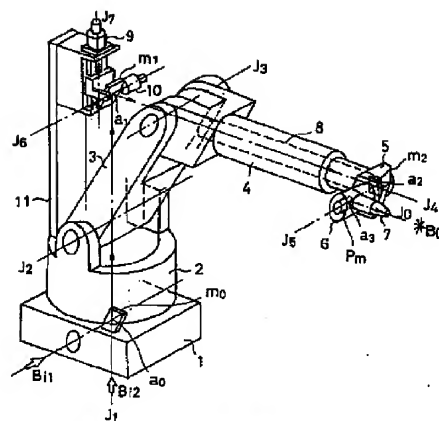
(54)【発明の名称】 多関節形レーザ加工ロボット

(57)【要約】

【目的】 多関節形レーザ加工ロボットにおいてミラーの枚数を少なくする。

【構成】 第1軸J1の回りに回転する旋回コラム2を設置台1上に設置し、第2軸J2の回りに俯仰する第1アーム3を旋回コラムに連結し、第3軸J3の回りに俯仰する第2アーム4を第1アームの先端に連結し、第2アームの内部に中心が第3軸の回転中心を通り第1軸の中心と同一平面を形成するレーザビーム伝送路8を設け、第1軸と同心に入射されたレーザビームを、第1軸とレーザビーム伝送路の中心の延長線との交点a1に配備されたミラーm1で反射しレーザビーム伝送路に誘導する構成とする。

【効果】 ロボットの動作範囲が大きく、かつミラー枚数が減少する。



1: 設置台	11: 立板
2: 旋回コラム	m0, m1, m2: ミラー
3: 第1アーム	Pm: 放物面鏡
4: 第2アーム	a0, a1, a2, a3: 文点
5: 第1中空ヘッド	J1: 第1軸
6: 第2中空ヘッド	J2: 第2軸
7: ノズル	J3: 第3軸
8: レーザビーム伝送路	J4: 第4軸
9: ミラー位置設定機構	J5: 第5軸
10: ミラー角度設定機構	

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 設置台と、該設置台上に該設置台に対し垂直な中心軸の回りに回転可能に設置された旋回コラムと、該旋回コラムに俯仰可能に連結された第1アームと、該第1アームに俯仰可能に連結された第2アームと、該第2アームの回転中心を通り前記旋回コラムの回転中心と同一平面を形成する軸心と同心に前記第2アームの内部に設けられたレーザビーム伝送路と、前記旋回コラムの回転中心軸とレーザビーム伝送路の中心の延長線との交点に配備され、前記旋回コラムの回転中心軸と同心に入射されたレーザビームを反射し前記レーザビーム伝送路に導くミラーとを具備する多関節形レーザ加工ロボット。

【請求項2】 前記ミラーは、前記レーザビーム伝送路の中心軸と前記旋回コラムの回転中心軸とで形成される角度の2等分線が前記ミラー反射面上の垂線と一致するように回転追従させるミラー角度設定機構を有することを特徴とする請求項1記載の多関節形レーザ加工ロボット。

【請求項3】 前記第1アームの回転中心と前記旋回コラムの回転中心軸との最短距離をM、前記第1アームの回転中心と前記第2アームの回転中心とを結ぶ最短直線と前記旋回コラムの回転中心軸とで形成される角度を $\alpha$ 、前記第1アームの回転中心と前記第2アームの回転中心との最短直線距離をL、前記旋回コラムの回転中心軸に対する垂線と前記レーザビーム伝送路の中心軸とで形成される角度を $\theta$ としたとき、 $\alpha = 0^\circ$ 、 $\theta = 0^\circ$ のときの前記旋回コラムの回転中心軸上における前記ミラーの回転中心位置を“0”とし、前記角度 $\alpha$ 、 $\theta$ が変化したときの前記ミラーの回転中心位置の“0”からの変化量をSとしたとき、前記ミラーは該ミラーの回転中心位置を $S = (M + L \sin \alpha) \tan \theta$ で求められる変化量に一致するように移動追従させるミラー位置設定機構を有することを特徴とする請求項1または2記載の多関節形レーザ加工ロボット。

【請求項4】 前記第2アームは、少なくとも2軸が直交しそのうちの1軸を前記レーザビーム伝送路の中心軸と一致させて該軸の回りに旋回可能な中空ヘッドを備え、さらに前記2軸の交点に第2のミラーを配置したことを特徴とする請求項1記載の多関節形レーザ加工ロボット。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、三次元形状の対象物をレーザビームにより溶接や切断、表面改質等を行う際に使用する多関節形レーザ加工ロボットに関し、特にレーザビームを反射し所定の位置に誘導するミラーの枚数を減らした構造のものに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、レーザビームを使用して三次元形

状の対象物の溶接並びに切断、表面改質等を行う作業方法が採用され始めている。これは、作業効率及び作業精度が向上するためである。

【0003】多関節形レーザ加工ロボットにおける加工ヘッド最終端の動作を三次元空間にて選定した任意の位置において任意の角度に設定するには、例えば特開昭62-130788号公報に開示され図10に模式的に示すように、可動軸が最低5軸(J1, J2, J3, J4, J5)必要である。図においてJ1, J2, J3, J4, J5 軸は全て回転軸である。前記の事項は三次元作業用多関節形レーザ加工ロボットにおいても同様であり、レーザビームの経路をロボットの機構構成部材に組み込むものでは従来、ロボット設置台の側面Bil(または底部Bi2)からレーザビームを入射し、加工ヘッド最終端B0まで導くのに、各軸の交差する角度を不変のものとし、各交点(a0～a6またはa1～a6)にミラー(m0～m5, Pm)を入射側の軸と反対側の軸とで形成される角度の2等分線がミラー反射面への垂線となるような方向にミラー反射面を向けて取付角度が変化しないように設置している。このため、レーザビームの方向変換用として少なくとも5枚のミラーを必要としている。

【0004】一般にレーザ光利用の機器ではミラーの配置を考慮しないと多数のミラーを必要とし、これら多数のミラーによって伝達エネルギーの減衰が生じるうえ、光軸調整時におけるミラー取付位置・角度の調整手間、交換頻度が増大する。多関節形レーザ加工ロボットにおいてもこの点の改善が望まれている。

【0005】一方、ミラーの枚数を少なくするためにミラーを可動する形態で多関節形ではなく極座標形でミラー枚数を最小にするレーザ加工ロボットが提案されている(特開平1-273688号)。このレーザ加工ロボットは図11から図13に示すような構成となっている。図11はミラー可動の極座標形レーザ加工ロボットを示したものである。旋回コラム2は、設置台1に対し垂直方向の第1軸J1の回りに回転するもので、第2アーム4は、第1アーム3に対し第3軸J3に沿って伸縮自在の伸縮軸4を構成している。第1アーム3は旋回コラム2に設けられた第2軸J2を中心に俯仰可能のように保持されている。前記3軸(第1軸J1, 第2軸J2, 第3軸J3)は交点a1にて交差するように構成されている。伸縮軸4の先端部には第1中空ヘッド5が組み込まれている。第1中空ヘッド5は、第3軸J3と同心に構成された第4軸J4の回りに回転し、第4軸J4と垂直に第2中空ヘッド6が組み込まれている。第2中空ヘッド6は、第4軸J4と垂直に交わるように構成された第5軸J5の回りに回転し、第5軸J5と垂直に交わる軸J0の外周上に形成されたレーザビームの被加工物への出射口であるノズル7より構成されている。そして、このロボットは、設置台1の側面から第1軸J1と

の交点a0に入射されたレーザビームBi1(設置台1の下部第1軸J1と同心に入射された場合のレーザビームは、Bi2)は、ミラーm0により第1軸J1と同心に反射され、第1軸J1、第2軸J2、第3軸J3の3軸の交点a1に誘導される。交点a1に誘導されたレーザビームは、ミラーm1により第3軸J3、第4軸J4と同心に反射され、第1中空ヘッド5の内部に組み込まれたミラーm2により第5軸J5と同心に反射され、第5軸J5と該第5軸と垂直に交わる軸J0との交点a3に誘導される。交点a3に誘導されたレーザビームは、第2中空ヘッド6の内部に組み込まれた放物面鏡Pmにより反射集光され、軸J0の外周部に軸J0と同軸に組み込まれたノズル7によりレーザビームB0としてロボットの外部に射出される。第1中空ヘッド5、第2中空ヘッド6の内部はレーザビームが貫通可能な構造になっている。

【0006】以上の構成を機械的に単純化すると図12のようになり、ミラーm0は、反射面に第1軸J1との交点a0を包含させ、かつ、該反射面を第1軸J1、第2軸J2、第3軸J3の3軸の交点a1側に向け設置台1に固定し、ミラーm1は反射面に第1軸J1、第2軸J2、第3軸J3の交点a1を包含させ、かつ、該反射面を第3軸J3と同心の第4軸J4と第5軸J5との交点a2側に向けてアーム3に回転可能に組み込まれている。ミラーm2は反射面に第4軸J4と第5軸J5との交点a2を包含させ、かつ、該反射面を第5軸J5と該第5軸と垂直に交わる軸J0との交点a3に向けて第1中空ヘッド5の内部に取り付け、放物面鏡Pmは反射面上に第5軸J5と軸J0との交点a3を包含させ、かつ、該反射面を軸J0側に向け軸J0上に放物面鏡Pmの焦点がくるように取り付ける。

【0007】ミラーm1には前記交点a1を通る法線を、ミラーm1に入射するレーザビームと第3軸J3とが構成する角度の2等分線に一致させるミラー角度設定機構10が付設されている。図13はミラーm1のミラー角度設定機構10で、次のように構成される。10aはミラー取付軸で、ミラー取付フレーム9dに回転自在に保持されている。ミラー取付軸10aはミラー角度設定回転用サーボモータ10bにより回転される。ミラー取付軸10aの回転角度すなわちミラーm1の旋回角度はミラー回転角度検出器10cにより検出される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平1-273688号公報に示すようなミラー可動の極座標形レーザ加工ロボットの場合には、ミラーの枚数を減らすことが可能であるが、ロボットの動作範囲を大きくとることができない。一方、特開昭62-130788号公報に示すような多関節形レーザ加工ロボットの場合はロボットの動作範囲を大きくできるが、ミラーの枚数が多くなる。

【0009】そこで本発明は、両者の特長を持つように、つまりロボットの動作範囲が大きく、かつ、ミラー枚数の少ないミラー可動の多関節形レーザ加工ロボットを得ることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、本発明に係る多関節形レーザ加工ロボットは、第1軸の回りに回転する旋回コラムを設置台上に設置し、第2軸の回りに俯仰する第1アームを旋回コラムに連結し、第3軸の回りに俯仰する第2アームを第1アームの先端に連結し、第2アームの内部に中心が第3軸の回転中心を通り第1軸の中心と同一平面を形成するレーザビーム伝送路を設け、第1軸と同心に入射されたレーザビームを、第1軸とレーザビーム伝送路の中心の延長線との交点に配備されたミラーで反射しレーザビーム伝送路に誘導する構成としたものである。

【0011】また、前記ミラーは、第1軸とレーザビーム伝送路の中心軸とで形成される角度の2等分線がミラー一反射面上の垂線と一致するように追従させるミラー角度設定機構、第1アーム並びに第2アームの角度変化に伴う第1軸とレーザビーム伝送路の中心軸との交点の位置の変化量に追従させるミラー位置設定機構を装備する。さらに、前記第2アームの先端に、第2アームの軸心と同軸の第4軸の回りに回転する第1中空ヘッドを取り付け、第1中空ヘッドに第4軸と垂直な第5軸の回りに回転する第2中空ヘッドを取り付け、この直交する2軸の交点にレーザビームを反射する第2のミラーを配置し、レーザビームをノズルに誘導する構成とする。

【0012】

【作用】旋回コラムの回転中心の第1軸と第2アームの中心の延長線との交点に配備されたミラーは、第1アーム、第2アームの俯仰動作による角度変化に追従して、第1軸と同心に入射されたレーザビームを第2アーム内に設けたレーザビーム伝送路に誘導する。

【0013】

【実施例】図1は本発明の一実施例を示す多関節形レーザ加工ロボットの斜視図である。この多関節形レーザ加工ロボット(以下、単にロボットという)は、設置台1、旋回コラム2、第1アーム3、第2アーム4、第1中空ヘッド5、及び第2中空ヘッド6を備える。旋回コラム2は、設置台1に対して垂直方向の第1軸J1の回りに回転し、第1アーム3が組み込まれている。第1アーム3は、第2軸J2の回りに俯仰し、先端部に第2アーム4が組み込まれている。第2アーム4は、第3軸J3の回りに俯仰し、先端部に第1中空ヘッド5が組み込まれている。第1中空ヘッド5は、第2アーム4内部に設けられたレーザビーム伝送路8の軸心と同心の第4軸J4の回りに回転し、第4軸J4と垂直に第2中空ヘッド6が組み込まれている。第2中空ヘッド6は、第4軸J4と垂直同一平面上に形成された第5軸J5の回りに

旋回し、第5軸J5と垂直同一平面上に形成された軸J0と同心に形成されたレーザービームの被加工物への出射口であるノズル7より構成されている。そして、このロボットは、設置台1の側面から第1軸J1との交点a0に入射されたレーザービームBi1(設置台1の下部より第1軸J1と同心に入射する場合のレーザービームは、Bi2)は、ミラーm0により第1軸J1と同心に反射され、第1軸J1と第4軸J4との交点a1に誘導される。交点a1に誘導されたレーザービームは、ミラーm1により第4軸J4と同心に反射され、第2アーム4内に設けられたレーザービーム伝送路8を通り、第4軸J4と第5軸J5の交点a2に誘導される。交点a2に誘導されたレーザービームは、第1中空ヘッド5の内部に組み込まれたミラーm2により第5軸J5と同心に反射され、第5軸J5と同一平面上に形成された第5軸J5に垂直な軸J0との交点a3に誘導される。交点a3に誘導されたレーザービームは、第2中空ヘッド6の内部に組み込まれた放物面鏡Pmにより集光され、軸J0の外周部に同軸に組み込まれたノズル7よりレーザービームB0としてロボットの外部に出射される。第1中空ヘッド5、第2中空ヘッド6の内部はレーザービームが貫通可能な構造となっている。

【0014】以上の構成を機械的に単純化すると図2のようになり、ミラーm0は反射面に第1軸J1との交点a0を包含させ、かつ、該反射面を第1軸J1と第4軸J4の交点a1に向け設置台1に取り付け、ミラーm1は反射面に第1軸J1と第4軸J4との交点a1を包含させ、かつ、該反射面を第4軸J4と第5軸J5との交点a2側に向けて旋回コラム2上に設けたミラー位置設定機構9を介しミラー角度設定機構10に取り付ける。ミラー位置設定機構9にはミラー角度設定機構10が組み込まれており、ミラーm1はこのミラー角度設定機構10に設けられた第6軸J6の回りに反射面を回転可能に取り付ける。ミラー位置設定機構9は第1アーム3の背面側において旋回コラム2上に立設された立板11に取り付けられ、第7軸J7に沿って上下動する。ミラーm2は反射面に第4軸J4と第5軸J5との交点a2を包含させ、かつ、該反射面を第5軸J5と第5軸と同一平面上に形成された第5軸に垂直な軸J0との交点a3側に向けて第1中空ヘッド5内部に取り付け、放物面鏡Pmは反射面上に第5軸J5と軸J0との交点a3を包含させ、かつ、該反射面を軸J0側に向け軸J0上に放物面鏡Pmの焦点がくるように取り付けられる。

【0015】ミラーm1には前記交点a1を通る法線を、ミラーm1に入射するレーザービームと第4軸J4とが構成する角度の2等分線nに一致させるミラー角度設定機構10と第1アーム3と第2アーム4の俯仰角度の変化にともない交点a1がミラーm1に入射するレーザービームの軸心上的変化量に追従し一致させるミラー位置設定機構9が付設されている。ミラーm1のミラー角度

設定機構10、ミラー位置設定機構9は図3、図4に示すように、次の構成を有する。図3は側面図、図4は正面図である。フレーム9aに組み込まれたミラー位置設定移動用サーボモータ9bの軸端にボールネジ9cを取り付け、ボールネジ9cを回転することによりミラー取付フレーム9dをミラーm1に入射するレーザービームと平行に構成された第7軸J7上で移動させる。ミラー位置設定移動用サーボモータ9bは移動量検出器9eを備え、検出したミラー取付フレーム9dの移動量に基づき、通常のサーボ制御によりミラー位置設定移動用サーボモータ9bを第1アーム3、第2アーム4の俯仰角度より算定された移動量だけ移動させるものである。ミラー取付軸10aはミラー取付フレーム9dに前記交点a1を包含する第6軸J6を回転軸心として回転自在に保持されている。ミラーm1はその反射面を包含する交点a1並びに第6軸J6を回転軸心として回転するようにミラー取付軸10aに固着されている。ミラーm1はミラー取付フレーム9dに組み込まれたミラー角度設定回転用サーボモータ10bにより該モータ10bの軸端に取り付けられたミラー取付軸10aを介して回転駆動される。ミラー角度設定回転用サーボモータ10bはミラー回転角度検出器10cを備え、検出したミラーm1の角度に基づき通常のサーボ制御によりミラーm1の反射面上の前記交点a1を通る法線を、ミラーm1に入射するレーザービームと第4軸J4とが形成する角度の2等分線nに一致するようにさせるものである。

【0016】以上の構成を座標系に単純化すると、図5、図6のようになる。図5はレーザービームを設置台1の側面または下部より入射させた場合であり、図6は旋回コラム2の上部より第1軸J1と同心に入射させた場合である。図に示すように、第1軸J1から距離Mだけ偏心した位置に第2軸J2を設け、第2軸J2と第3軸J3間の距離すなわち第1アーム3の腕の長さをしとしたときに、第1アーム3が第2軸J2を中心に角度 $\alpha$ だけ傾き、第2アーム4が第3軸J3を中心に角度 $\theta$ だけ傾いたとき、ミラーm1はm11の位置まで移動させる必要がある。このときの移動量 $S = (M + L \sin \alpha) \tan \theta$ で求められる。

【0017】ロボットは、前記の第1軸J1、第2軸J2、第3軸J3、第4軸J4、第5軸J5、第6軸J6を回転させるそれぞれのサーボモータ及び第7軸J7の移動軸をCNC制御装置により駆動して、ノズル7を三次元空間の任意の位置に、任意の角度で被加工物を狙い、その位置でレーザービームを出射しレーザ加工を行う。すなわち、図7に示すように、ロボットに組み込まれた第2軸J2、第3軸J3の角度検出信号はロボット制御装置21に入力され、ロボット制御装置21にて前記の数式 $S = (M + L \sin \alpha) \tan \theta$ を演算し、並びに第1軸J1と第4軸J4とで形成される角度の2等分線がミラーm1の交点a1を通る法線と一致するようにミ

ラー駆動制御装置22を制御する。

【0018】次に、ロボットの動作範囲を比較して示すと、図8、図9のようになる。図8は本発明に係るミラー可動の多関節形レーザ加工ロボットの構成を、図9は従来のミラー可動の極座標形レーザ加工ロボットの構成を、それぞれ機械的に単純化して示したものである。いま、第1軸J1の軸心からの最大距離Xを同一寸法にすると、動作範囲25を示すY、Z寸法がミラー可動の極座標形レーザ加工ロボットの場合よりミラー可動の多関節形レーザ加工ロボットのほうが大きくなる。なおこのときのミラーの使用枚数は同一である。

【0019】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ロボットの動作範囲が大きく、ミラーの枚数を著しく減少した多関節形レーザ加工ロボットが得られる。そのため、ミラーによるレーザビームの伝達エネルギーの減衰を低く抑えることができ、ミラーの校正、交換等ミラーに関する調整、保守、点検の作業を軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による多関節形レーザ加工ロボットを透視的に示す斜視図である。

【図2】実施例の構成の模式図である。

【図3】実施例におけるミラー角度設定機構及びミラー位置設定機構の側面図である。

【図4】図3の正面図である。

【図5】レーザビームをロボットの下部から入射する場合の図1のロボットの座標系を示した模式図である。

【図6】レーザビームをロボットの上部から入射する場合の図1のロボットの座標系を示した模式図である。

【図7】実施例のロボットの制御ブロック図である。

【図8】実施例のミラー可動多関節形ロボットの動作範

囲を示す模式図である。

【図9】従来のミラー可動極座標形ロボットの動作範囲を示す模式図である。

【図10】従来の多関節形レーザ加工ロボットの模式図である。

【図11】従来のミラー可動極座標形ロボットの斜視図である。

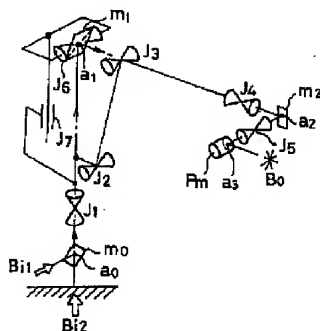
【図12】図11の構成の模式図である。

【図13】図11のロボットにおけるミラー角度設定機構の斜視図である。

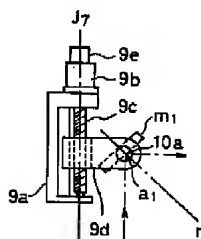
【符号の説明】

- 1 設置台
- 2 旋回コラム
- 3 第1アーム
- 4 第2アーム
- 5 第1中空ヘッド
- 6 第2中空ヘッド
- 7 ノズル
- 8 レーザビーム伝送路
- 9 ミラー位置設定機構
- 10 ミラー角度設定機構
- 11 立板
- m0, m1, m2 ミラー
- Pm 放物面鏡
- a0, a1, a2, a3 交点
- J1 第1軸
- J2 第2軸
- J3 第3軸
- J4 第4軸
- J5 第5軸

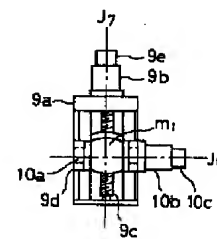
【図2】



【図3】

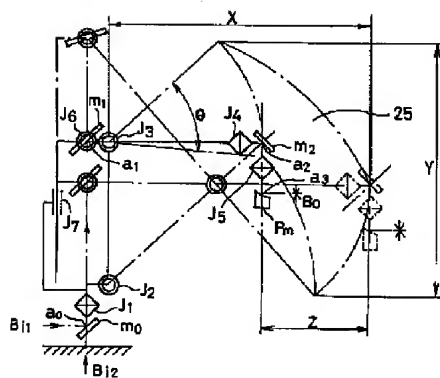


【図4】

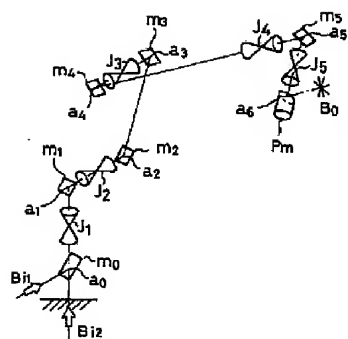




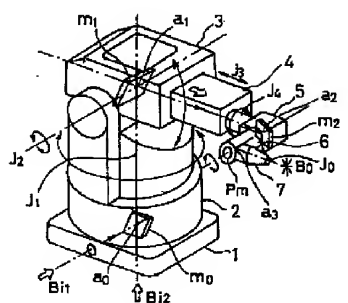
【图 8】



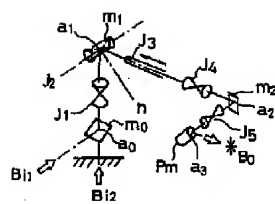
【図 10】



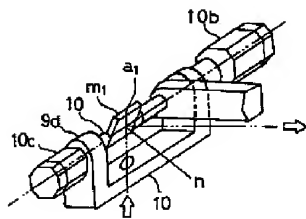
【图 1 1】



【图 1 2】



【图 13】



**PAT-NO:** JP404319090A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 04319090 A  
**TITLE:** MULTIJOINT TYPE LASER BEAM  
PROCESSING ROBOT  
**PUBN-DATE:** November 10, 1992

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
SUGIYAMA, HISAO	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI ELECTRIC CORP	N/A

**APPL-NO:** JP03088078  
**APPL-DATE:** April 19, 1991

**INT-CL (IPC):** B23K026/08 , B25J019/00

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To decrease the number of mirrors of the multijoint type laser beam processing robot.

**CONSTITUTION:** This robot is constituted by installing a swiveling column 2 which rotates around a 1st axis J1 onto a stage 1, connecting a 1st arm 3 which luffs around the 2nd axis J2 to the swiveling column, connecting a 2nd arm 4 which luffs around a 3rd axis J3 to the front end of the 1st arm, providing a laser beam transmission path 8, the center of which runs the center of rotation of the 3rd axis and which forms the same plane as the center of the 1st axis within the 2nd arm, reflecting the incident laser beam concentric with the 1st axis by a mirror m1 disposed at the intersected point a1 of the 1st axis and the extension line of the center of



the laser beam transmission path, and guiding this beam to the laser beam transmission path. The operating range of the root is widened and the number of the mirrors is decreased.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio